

Secretaria
de Educação e
Esportes



GOVERNO DE
**PER
NAM
BU**
CO
ESTADO DE MUDANÇA

Comportamento de Fluidos para Saneamento

Orientações para Novas Oportunidades
de Aprendizagem

Secretária de Educação e Esportes
Ivaneide Dantas

Secretária Executiva Planejamento e Coordenação
Mônica Maria Andrade

Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação
Tárcia Regina da Silva

**Secretário Executivo de Educação do Ensino Médio e
Profissional**
Gilson Alves do Nascimento Filho

Secretário Executivo de Administração e Finanças
Gilson Monteiro Filho

Secretário Executivo de Gestão da Rede
Igor Fontes Cadena

Secretário Executivo de Esportes
Luciano Leonídio

Elaboração

Milton Matos Rolim

Equipe de coordenação

Janine Furtunato Queiroga Maciel

**Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio
(GGPEM/SEMP)**

Rômulo Guedes e Silva

**Gestor de Formação e Currículo
(GGPEM/SEMP)**

Andreza Shirlene Figueiredo de Souza

**Chefe da Unidade de Formação e Currículo do Ensino Médio
(GGPEM/SEMP)**

Revisão

Ana Caroline Borba Filgueira Pacheco

Sumário

Introdução	3
Comportamento de Fluídos para o Saneamento	3
Tecendo conhecimento 1	3
Princípios da hidrostática e hidrodinâmica	3
Roteiro de atividade 1	5
Tecendo conhecimento 2	5
Tratamento e Distribuição de água	6
Roteiro de atividade 2	7
Tecendo conhecimento 3	7
Tratamento de Esgoto	7
Roteiro de atividade 3	9
Tecendo conhecimento 4	10
Drenagem	10
Roteiro de atividade 4	10
Tecendo conhecimento 5	11
Efluentes Domésticos	11
Roteiro de atividade 5	12
Questionário	12
Referencial Bibliográfico	13
Vídeos	14

Introdução

Olá estudante.

Este caderno foi escrito especialmente para você, estudante do ensino médio. Aqui você encontrará uma abordagem sobre a Unidade Curricular **Comportamento de Fluidos para o Saneamento**, com atividades e formas de discussão das temáticas de maneira mais próxima, mediada por este caderno. Dúvidas podem ser tiradas com seus professores na escola.

A Unidade Curricular **Comportamento de Fluidos para o Saneamento** - presente na *Trilha Saúde Coletiva e Qualidade de Vida* no Novo Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco - tem o objetivo de aprofundar conhecimentos que você já estudou na Formação Geral Básica (FGB), do nosso currículo.

Nesta trilha, há um enaltecimento do tratamento e transporte de fluidos, indicando suas peculiaridades, bem definidas e sua relação objetiva que influenciam na realidade, auxiliando na solução de problemas socioculturais e ambientais. Os aprendizados e as práticas vivenciadas na Formação Geral Básica, para a trilha, serão aprofundados como instrumentos à ciência, à comunicação, à cultura e à tecnologia.

Vamos iniciar nossos estudos para trilhar os caminhos do conhecimento, aumentando nossa bagagem intelectual!

Tecendo conhecimento 1

- Física, Química.

Princípios da hidrostática e hidrodinâmica

Teorema de Pascal

O Teorema de Pascal diz que “o aumento da pressão exercida em um líquido em equilíbrio é transmitido integralmente a todos os pontos do líquido bem como às paredes do recipiente em que ele está contido”. Este princípio é utilizado no macaco hidráulico e na prensa hidráulica, onde uma pequena força é feita em um pistão de área pequena, resultando em uma variação grande de pressão no fluido, que no pistão maior, esta mesma variação de pressão, fará uma força maior, assim com uma pequena força no pistão de área menor se consegue levantar grandes pesos, como carros e caminhões, no pistão de área maior.

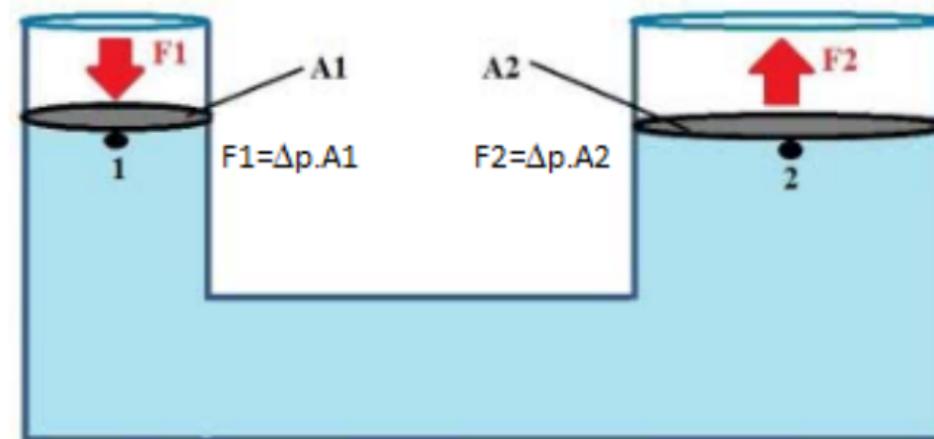


Figura 1: Macaco Hidráulico. Extraído de Gouveia (2023).
Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/principio-de-pascal/>. Acesso em 20 jul. 2023.

Como mostrado no esquema da figura 1, uma pequena força F_1 , sendo feita sobre a área A_1 , adiciona uma pressão (Δp) que é transmitida a todo o fluido. Na área A_2 , este aumento de pressão será responsável por uma força F_2 que será maior, pois o acréscimo de pressão é o mesmo de A_1 ; porém, A_2 é maior que A_1 , sendo a força dada pelo produto da área pela pressão: $F_2 = \Delta p \cdot A_2$, a força sobre a área A_2 será maior.

Teorema de Stevin

O Teorema de Stevin ou princípio fundamental da hidrostática diz que “A diferença entre as pressões de dois pontos de um fluido em equilíbrio (repouso) é igual ao produto entre a densidade do fluido, a aceleração da gravidade e a diferença entre as profundidades dos pontos”. Sendo Δp a diferença de pressão, ρ a densidade do fluido, g a gravidade e Δh a diferença de profundidade, o Teorema de Stevin pode ser dado pela equação:

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

O submersível TITAN

Todos devem ter acompanhado as notícias sobre o submersível Titan que implodiu ao tentar chegar no navio naufragado Titanic.

Podemos dizer que a cada 10m de profundidade na água, acontece um aumento de, aproximadamente, 1 atm na pressão. Para se ter uma ideia, os destroços do Titan foram encontrados a 3.200 m de profundidade, ou seja, estava sujeito a uma diferença de pressão



Figura 2: Submersível

de 320 atm, a qual o material não resistiu e implodiu.

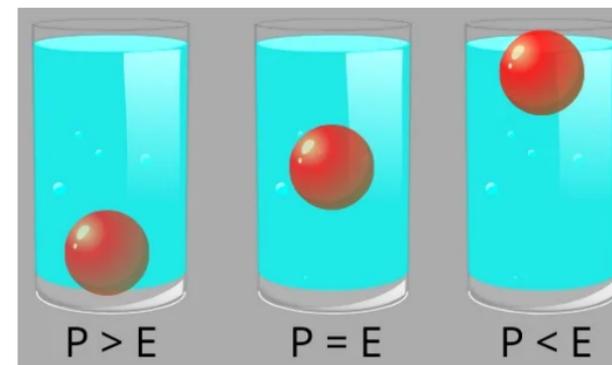
Disponível em:
<https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/2023/06/26/submersivel-titan-sinais-de-que-nao-era-seguro.htm>. Acesso em 18 jun. 2024.

Teorema de Arquimedes

O Teorema de Arquimedes diz que “*Todo corpo mergulhado num fluido recebe um impulso de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado*”, a força que impulsiona o corpo para cima é chamada de empuxo. O empuxo E pode ser calculado a partir da aceleração da gravidade g , da densidade do fluido ρ_F e do volume V_F do fluido deslocado, conforme expresso na equação:

$$E = \rho_F \cdot V_F \cdot g$$

Na figura 3, temos à esquerda o caso em que o objeto é mais denso que o fluido, fazendo com que o peso seja maior que o empuxo e o objeto afunda. Ao centro temos o caso em que a densidade do objeto é igual a densidade do fluido e o empuxo será igual ao peso, fazendo com que o objeto pare flutuando na altura em que for colocado, totalmente submerso. E à direita temos o caso em que a densidade do objeto é menor que a do fluido, fazendo com que ele flutue com uma porção acima da superfície do fluido.



aterial foi produzido a partir do Material de Apoio a ação Docente, disponível em: [Comportamentos de fluidos para o saneamento](#)

Autor: Francyya Santos e Milton Matos Rolim. 4

contaminada e poderia causar inúmeros problemas se ingerida sem tratamento.

Mais detalhes sobre o tratamento de água podem ser encontrados na referência [Guimarães, Carvalho e Silva \(2007\)](#). Um vídeo sobre o tratamento d'água pode ser assistido no link([Vídeo 4](#)).

Distribuição da água

Após o tratamento, a água é colocada em reservatórios de distribuição. Depois a água é levada até os reservatórios, estrategicamente localizados próximo da região atendida, em pontos elevados em relação às residências. Destas caixas, a água segue por tubulações de maior bitola (adutoras) e entra nas redes de distribuição chegando ao consumidor final.

Consumo da água

Conforme a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, SABESP (2023), segundo a Organização das Nações Unidas, para cada pessoa é necessário 3,3 mil litros de água/mês(aproximadamente de 110 litros de água diariamente para atender o consumo e higiene). Contudo, no Brasil, o consumo per capita pode chegar a mais de 200 litros/dia. Pouco mais da metade da água é utilizada no banheiro, em banhos, descargas ou outros usos. Para poupar recursos hídricos e dinheiro, é importante economizar adotando novos hábitos.

Disponível em: <https://encurtador.com.br/8TtWM>. Acesso em: 24 jul. 2023.

Captação da água

As águas superficiais são as mais facilmente captadas e, por isso, havendo uma tendência a serem as mais utilizadas no consumo humano. Contudo, temos menos de 5% da água doce do globo terrestre disponível, superficialmente, ficando o resto em reservas subterrâneas. Evidentemente que nem toda água do subsolo pode ser retirada de formas economicamente viáveis, em especial as localizadas nas

profundidades excessivas e confinadas nas formações rochosas. Em relação a dinâmica de deslocamento, as águas superficiais frequentemente se renovam enquanto as subterrâneas podem ter séculos em sua acumulação no aquífero, pois a renovação é muito lenta pelas dificuldades, especialmente nas camadas mais profundas.

Devemos observar que, infelizmente, a falta de saneamento básico, processos industriais sem tratamento de efluentes, descarte de lixo de forma inadequada etc., poluem os corpos d'água dos quais tiramos nossa água para consumo, encarecendo, assim, o processo de captação e tratamento.

Adução da água

De acordo com Guimarães, Carvalho e Silva(2007) adução da água:

“É o conjunto de encanamentos, peças especiais e obras de arte destinados a promover o transporte da água em um sistema de abastecimento entre: captação e reservatório de distribuição; captação e ETA; captação a rede de distribuição; ETA e reservatório; ETA e rede; reservatório à rede; e reservatório a reservatório. ... Classificação - de acordo com a energia de movimentação do líquido: gravidade, recalque e mista; - de acordo com o modo de escoamento do líquido: livre, forçada e mista; - de acordo com a natureza da água: bruta e tratada.” Guimarães, Carvalho e Silva (2007, pg. 93).

Disponível em:

<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Capit%204%20parte%202.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023.

Reservação da água

De acordo com BRASIL(2023a):

“Reservação: armazenamento da água entre o tratamento e o consumo com os objetivos de: suprir as variações horárias de consumo, garantir a adequada pressurização do sistema de distribuição e garantir reservas de emergência a enfermidade crônica resultante”. (BRASIL, 2023a).

Este material foi produzido a partir do Material de Apoio a ação Docente, disponível em: [Comportamentos de fluidos para o saneamento](#)

Autor: Francyya Santos e Milton Matos Rolim. 6

inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p.01).

Disponível em:

<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 15 fev. 2022.

Essa norma ainda divide os resíduos sólidos nas seguintes classes:

Resíduos classe I - resíduos perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais;

Resíduos classe II – Não Perigosos que podem ser divididos em dois grupos: 1) *Resíduos classe IIA* – Não inertes que podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água e 2) *Resíduos classe IIB* – Inertes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 03).

Disponível em:

<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 15 fev. 2022.

Separação dos Resíduos em três frações

A separação dos resíduos é a segregação dos resíduos perigosos, como inseticidas, lâmpadas fluorescentes, produtos químicos, pilhas, baterias etc. Uma vez feita esta segregação, então podemos passar para separação dos diversos tipos de resíduos não perigosos.

Quando percebemos que muitos resíduos podem ser reaproveitados, e se tornar insumo para novos materiais, começamos a utilizar formas de coleta para recuperar aqueles materiais de maior interesse para a indústria; especialmente, os metais, plásticos, papéis e

vidros. As formas de coleta desses materiais recicláveis (que não incluem os orgânicos) utilizam cores ou formatos diferentes de lixeiras, com padrão internacional.

De acordo com BRASIL(2017B), no seu Art. 9º:

“Os resíduos orgânicos originários dos resíduos sólidos urbanos destinados ao processo de compostagem devem, preferencialmente, ser originados de segregação na origem em, no mínimo, três frações: resíduos recicláveis, resíduos orgânicos e rejeitos.”

Disponível em:

<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0481-031017.pdf>. Acesso em 17 fev. 2022.

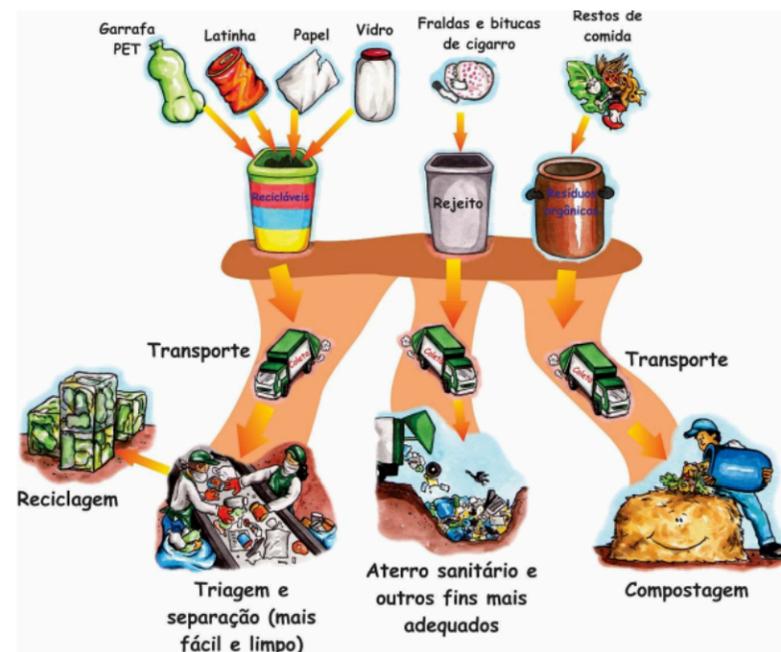
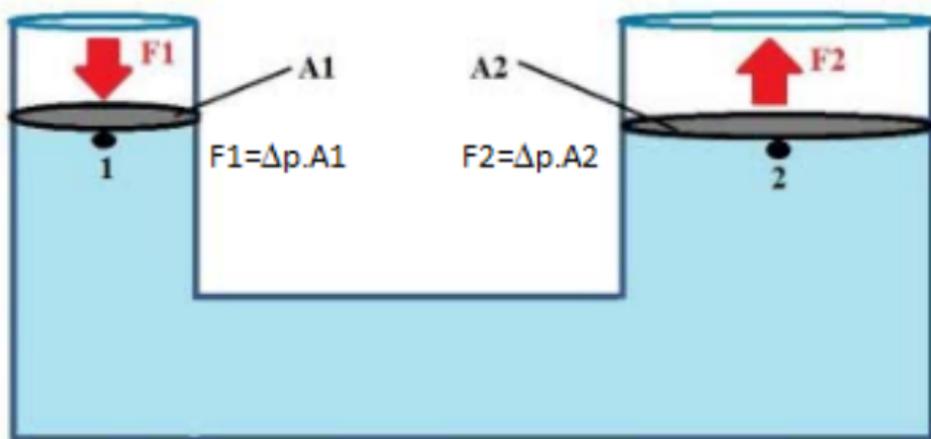
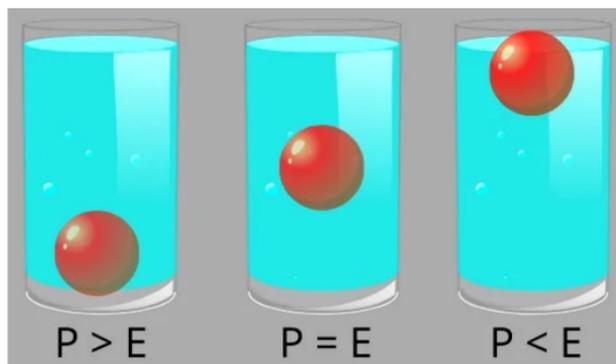


Figura 4 - Fonte: Extraído de BRASIL (2017A, p. 17).



- As pressões nos pontos 1 e 2 são diferentes e $F1 > F2$.
- As pressões nos pontos 1 e 2 são diferentes e $F1 < F2$.
- As pressões nos pontos 1 e 2 são iguais e $F1 > F2$.
- As pressões nos pontos 1 e 2 são iguais e $F1 < F2$.

2) Na figura abaixo temos:



- A densidade do corpo da direita é maior que a do líquido.
- A densidade do corpo do centro é maior que a do líquido.
- A densidade do corpo da esquerda é maior que a do líquido.
- A densidade do corpo da direita é igual a do líquido.

3) É o conjunto de encanamentos, peças especiais e obras de arte destinados a promover o transporte da água em um sistema de abastecimento entre: captação e reservatório de distribuição; captação e ETA; captação a rede de distribuição; ETA e reservatório; ETA e rede; reservatório à rede; e reservatório a reservatório.

- Reservação da água.
- Distribuição da água.
- Consumo da água.
- Adução da água.

4) São aqueles resíduos que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais:

- Resíduos classe I - resíduos perigosos.
- Resíduos classe IIA – Não Inertes.
- Resíduos classe IIB – Inertes.
- Nenhuma das alternativas acima.

5) Nas ruas é feita pela coleta da água da chuva nas entradas existentes nos meio-fios das ruas.

- Drenagem linfática.
- Drenagem do campo.
- Drenagem pluvial.
- Drenagem geológica.

Referencial Bibliográfico

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 15 fev. 2022.

ASTH, R. C. Hidrostática. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/hidrostatica/>. Acesso em 20 jul. 2023.

BRASIL, 2023A. Ministério da Saúde. Glossário Saneamento e Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.aguabrasil.iciet.fiocruz.br/index.php?pag=sane#:~:text=Reserva%C3%A7%C3%A3o%3A%20armazenamento%20da%20%C3%A1gua%20entre.e%20merg%C3%Aancia%20a%20enfermidade%20cr%C3%B4nica%20resultante>. Acesso em 25 jul. 2023.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em 10 ago. 23.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação. Brasília, DF: MMA, 2017A. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municpioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf. Acesso em 09 jul. 2021.

BRASIL. IBAMA, 2017B. Resolução 481, de 03 de outubro de 2017. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/CONAMA/RE0481-031017.pdf>. Acesso em 17 fev. 2022

BRASIL, 2023B. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Panorama do Saneamento no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/a-ana-e-o-saneamento-panorama-do-saneamento-no-brasil-1>. Acesso em 25 jul. 2023.

COELHO, R. 2020. A TRAGÉDIA DAS ENCHENTES: A culpa não é da chuva! É das pessoas que continuam a jogar entulhos pelas ruas da cidade. Disponível em: <https://tribunaamapaense.blogspot.com/2020/11/artigo-do-rei-tragedia-das-enchentes.html>. Acesso em 31 jul. 2023.

GUIMARÃES, CARVALHO E SILVA. 2007. Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Capit%204%20parte%202.pdf>. Acesso em 20 jul. 2023.

DIAS, I. C. L.; ANDRADE, J. R.; ALMEIDA, R. B.; CARVALHO, C. M. Tratamento de efluentes domésticos: alternativas técnicas e educacionais para melhor uso da água. Disponível em: <https://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=1339>. Acesso em 15 ago. 2023. Publicação: 04/09/2012.

GOUVEIA, R. Princípio de Pascal. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/principio-de-pascal/>. Acesso em 20 jul. 2023.

SABESP. Dicas de Economia. Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/interna/default.aspx?secaold=595#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20Organiza%C3%A7%C3%A3o,mais%20de%20200%20litros%2Fdia>. Acesso em 24 jul. 2023.

MIRANDA, J.; MARQUES, R. C.; SAMPAIO, P.; SAMPAIO, R. (Organizadores). Estudos de direito do saneamento. ISBN: 978-989-8722-44-7. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/bitstream/handle/123456789/529/Estudos%20de%20Direito%20de%20Saneamento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 11 jun. 2024.

Vídeos

Vídeo 1: SUSTENTAÇÃO FLUXO SOBRE SUPERFÍCIES TEOREMA DE BERNOULLI EM PORTUGUÊS EXPLICAÇÃO ANIMADA. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l1FHSkaL8PI>. Acesso em 13 jun. 2024.

Vídeo 2: O princípio de Bernoulli e suas mais notáveis manifestações no dia-a-dia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l1FHSkaL8PI>. Acesso em 13 jun. 2024.

Vídeo 3: Tubo de Venturi caseiro e equação de Bernoulli. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=R1kjfHtl9xc&t=3s>. Acesso em 13 jun. 2024.

Vídeo 4: Como é feito o TRATAMENTO DE ÁGUA #Boravê com Mari Fulfaro. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cWBSF0VyiMI>. Acesso em 13 jun. 2024.